

Requested Patent: JP1287248A

Title: ROLL FOR ROLLING ;

Abstracted Patent: JP1287248 ;

Publication Date: 1989-11-17 ;

Inventor(s): GOTO KUNIO ;

Applicant(s): SUMITOMO METAL IND LTD ;

Application Number: JP19880117403 19880513 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: C22C37/08 ; B21B27/00 ; C22C37/00 ;

Equivalents: JP1974902C, JP7006030B

ABSTRACT:

PURPOSE: To manufacture the title roll having excellent wear resistance, seizure resistance and roughening resistance by forming its outer layer with Fe contg. specific ratios of C, Si, Mn, P, S, Ni, Cr, Mo and V.

CONSTITUTION: A roll for rolling in which at least the outer layer is formed with, by weight, 2.4-3.6% C, 2.0-3.5% Si, 0.5-1.5% Mn,

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-287248

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号 庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)11月17日

C 22 C 37/08  
B 21 B 27/00  
C 22 C 37/00C-8617-4E  
B-7518-4K 審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑮ 発明の名称 圧延用ロール

⑯ 特 願 昭63-117403

⑰ 出 願 昭63(1988)5月13日

⑱ 発 明 者 後 藤 邦 夫 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式  
会社総合技術研究所内  
⑲ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 穂上 照忠 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧延用ロール

## 2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも外層が、重量%で、

C : 2.4 ~ 3.6%、 Si : 2.0 ~ 3.5%、

Mn : 0.5 ~ 1.5%、 P : 0.1 %以下、

S : 0.1 %以下、 Ni : 3.3 ~ 10.0%、

Cr : 0.5 ~ 3.0%、 Mo : 0.1 ~ 3.0%、

V : 1.0 超え~5.0 %、を含み、残部がFeおよ

び不可避免の不純物からなることを特徴とする圧延  
用ロール。

(2) 少なくとも外層が、重量%で、

C : 2.4 ~ 3.6%、 Si : 2.0 ~ 3.5%、

Mn : 0.5 ~ 1.5%、 P : 0.1 %以下、

S : 0.1 %以下、 Ni : 3.3 ~ 10.0%、

Cr : 0.5 ~ 3.0%、 Mo : 0.1 ~ 3.0%、

V : 1.0 超え~5.0 %と、

Cu : 2.0 %以下、 Ti : 0.5 %以下の1種また

は2種を含み、残部がFeおよび不可避免の不純物か

らなることを特徴とする圧延用ロール。

(2) 外層が、組織中に黒鉛を有する特許請求の範  
囲第1項または第2項記載の圧延用ロール。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、例えば鋼材の熱間圧延の仕上ワー  
クロールのように、苛酷な条件で使用するのに好  
適な耐摩耗性、耐焼付性、更に耐肌荒性に優れた  
圧延用ロールに関するものである。

(従来の技術)

近年の著しい工業技術の発展を背景として、新  
しい特性を備えた様々な素材が開発されており、  
それと同時に金属の圧延材料もそれぞれの用途に  
応じて種々のものが使用されるようになった。こ  
のため、金属材料圧延用ロールにもそれぞれの使  
用目的に応じた種々の厳しい特性が要求されるよ  
うになった。圧延用ロールは、従来からその材質  
等を中心に様々な工夫が凝らされてきた(例えば、  
特開昭57-198243号、同58-147542号公報)が、  
現在では、特に苛酷な条件下で使用されがちな鉄

鋼の熱間圧延用ロール、特にその外層材として高クロム鑄鉄、あるいは高合金グレン鑄鉄などの耐摩耗強靱鑄鉄の使用が主流となっている。

上記のロール材のうち、高クロム鑄鉄は高硬度の $M_7C_3$ 型炭化物（マイクロビッカース硬度で2200程度）を含有することによって耐摩耗性に優れ、高合金グレン鑄鉄は組織の中に熱伝導性および潤滑性の良好な黒鉛を有するため、耐焼付性に優れている。これらのロール材は、それぞれの特徴を生かした用途（例えば、ステンレス鋼圧延用と炭素鋼圧延用など）に使い分けられてきた。

かかる使い分けの不便さを解消すべく、本発明者らは、特願昭62-282346号において、組織中に $M_7C_3$ 型炭化物 $[(Cr, Fe)_7C_3]$ と黒鉛とを共に有し、かつMoを多量添加した耐摩耗性および耐焼付性に優れた熱間圧延用ロールを提案している。

前記高クロム鑄鉄は、他のロール材に比べて熱伝導率が低い上、表面酸化スケールが生成しにくいため、使用条件が苛酷になると耐焼付性の不足が目立つ。また、全面にささくれ状の肌荒れを

生じるという問題点を有している。

一方、高合金グレン鑄鉄では、潤滑性を付与する黒鉛が、苛酷な使用条件下では逆に摩耗や肌荒れの起点となり耐摩耗性や耐肌荒性を著しく劣化させてしまうという問題が指摘されていた。

前記特願昭62-282346号において本発明者らが提案したロール材は、実機圧延テストの結果、高クロム鑄鉄、高合金グレン鑄鉄よりも耐摩耗性、耐焼付性のバランスが良く優れたロール材ではあるものの、使用条件がより一層苛酷なものとなる強圧下圧延や低温圧延などの際には、耐摩耗性の点で性能不足を否めない。また、高クロム材特有のささくれ状の肌荒れの発生も完全には防止できておらず、耐肌荒性の点にもまだ問題が残っていることが明らかになった。

（発明が解決しようとする課題）

本発明の目的は、従来の圧延用ロールに指摘される上記の諸問題点を解消するとともに、高負荷圧延、低温圧延など、益々苛酷さを増している使用条件下でも十分に満足し得る耐摩耗性、耐焼付

3

性および耐肌荒性を兼ね備えた圧延用ロール、特に使用条件の厳しい熱間圧延に使用するためのロール、を提供することにある。

（課題を解決するための手段）

本発明者は、上記の目的のもとに研究を重ねた結果、下記(a)ないし(c)に示す如き新たな知見を得、本発明を完成するに至った。

(a) 炭化物形態を $M_7C_3$ 型よりも硬度の高いMC型（マイクロビッカース硬度：2800程度）にすることにより、耐摩耗性の飛躍的向上が期待できる。

また、こうすることによって $M_7C_3$ 型炭化物に起因するささくれ状の肌荒れを未然に防止することもできる。

(b) 上記(a)を実現できる成分元素としては、Vが最適である。また、Vの炭化物(VC)は、 $(Cr, Fe)_7C_3$ よりも本質的に焼付を起こしにくい性質を有しているため、耐焼付性の点でも有利となる。

(c) 従来から高V材については、黒鉛を晶出させることができないため白鉄（チルド）材として使用するというのが技術上の通念であった。

5

4

しかし、本発明者は、比較的高いVを含有させても他の成分を調整すれば鑄込みのままで、耐焼付性改善効果を期待できる黒鉛を晶出させることができることを見出した。

本発明は、上記のような独自の知見に基づいてなされたものであり、その要旨は下記のとおりである。

(1) 少なくとも外層が、重量％で、

C : 2.4 ~ 3.6%、 Si : 2.0 ~ 3.5%、  
Mn : 0.5 ~ 1.5%、 P : 0.1 % 以下、  
S : 0.1 % 以下、 Ni : 3.3 ~ 10.0%、  
Cr : 0.5 ~ 3.0%、 Mo : 0.1 ~ 3.0%、  
V : 1.0 超え ~ 5.0 % を含み、残部 : Feおよび

不可避的不純物からなることを特徴とする熱間圧延用ロール。

(2) 上記の成分に加えて、Cu : 2.0 % 以下とTi : 0.5 % 以下の1種または2種を更に含有する圧延用ロール。

および、

(3) 外層が、組織中に黒鉛を有する上記(1)又は(2)

6

の圧延用ロール。

本発明において規定する上記成分組成および組織の合金は、ロール全体に使用しても、また外層材と内層材とを異なる材質で構成したいわゆる複合ロールの外層材として用いてもよい。複合ロールとした場合、軸芯部の材料としては従来と同様、ダクタイル鋳鉄、普通鋳鉄、黒鉛鋼等の強靱材を、使用目的に応じて適宜選択すればよい。

上記本発明のロールは、組織中に高硬度でしかも焼付を起こしにくい性質を有するVCを含有するとともに、黒鉛をも含有させることが可能であるため、従来のロール材に比較して耐摩耗性、耐焼付性、そして耐肌荒性に優れたものであり、特に苛酷な条件下で使用する熱間圧延用ロールとして極めて適している。

(作用)

次に、本発明においてロールの少なくとも外層の組成を前記のように特定した理由を説明する。

なお、成分含有量についての％は、全て重量％を意味する。

7

従ってSiは、2.0～3.5％とする。

Mn: 0.5 ～ 1.5％

Mnは、溶湯の脱酸のためにSiとともに積極的に添加されるが、含有量が0.5％未満では十分な脱酸効果がえられず、逆に1.5％を超えて含有されると、機械的性質、特に靱性を劣化させる。従ってMnは、0.5 ～ 1.5％とする。

P: 0.1％以下

Pは、不可避免的に随伴する不純物元素であり、材質の脆化を招くことからロール材としては少ない程望ましいが、実際上は0.1％以下に抑制すれば前記不都合を許容できる。

S: 0.1％以下

Sも、Pと同様に材質の脆化を招くことから少ない程望ましい不可避免の不純物元素であるが、やはり0.1％以下に抑制することで実際上の不都合を許容できる。

Ni: 3.3 ～ 10.0％

Niは基地組織の改善作用と黒鉛を晶出させる作用があるが、その含有量が3.3％未満では前記作

C: 2.4 ～ 3.6％

Cは、Vと結合してMC型高硬度炭化物を形成し、ロール材として必要な硬度や耐摩耗性等の特性を確保する作用を有しており、また後述するSi、Cu、Ni、Tiの黒鉛化促進元素によって組織中に黒鉛を晶出し、耐焼付性を向上させる作用をも有する。しかし、その含有量が2.4％未満では炭化物が不足し、充分な硬度が得られず耐摩耗性の劣化を来す。一方、3.6％を超えて含有されると炭化物量が過剰になり材質が脆くなるなど機械的性質の劣化を来す。従ってCは、2.4～3.6％とする。

Si: 2.0 ～ 3.5％

Siは、溶湯の脱酸および湯流れ性確保と、黒鉛を晶出させるために不可欠な元素であるが、2.0％未満では溶湯の流動性が不足し、また黒鉛の晶出も難しくなる。一方、Siが3.5％を超えて含有されると、炭化物量が少なくなり所望の耐摩耗性を確保できない上、焼入性が阻害されて不完全焼入れ状態となり易く、基地硬度の低下から機械的性質の劣化、更には耐摩耗性劣化を招くこととなる。

8

用に所望の効果が得られず、一方、10.0％を超えて含有させると残留オーステナイトが増加してロール材として必要な硬度が得られず耐摩耗性に問題が生じる。従ってNiは3.3％～10.0％とする。

Cr: 0.5 ～ 3.0％

Crは、基地の焼入性や靱性を向上させる作用があるが、0.5％未満ではこの効果が少ない。一方、3.0％を超えると硬度の低い $M_7C_3$ 型炭化物や $M_2C$ 型炭化物が形成されるようになり優れた耐摩耗性を得ることができなくなる。前記のように $M_7C_3$ 型炭化物の存在は、ささくれ状の肌荒れの原因となるので、Cr含有量の上限は3.0％とする。

Mo: 0.1 ～ 3.0％

Moは、基地中に固溶し、また $Mo_2C$ として析出することによって高温軟化抵抗をはじめとする高温諸特性を改善し、析出した炭化物や晶出した黒鉛が高温下で剥落し易くなるのを防ぐなど高温下での優れた耐摩耗性と耐焼付性を保証する。しかしながら、その含有量が0.1％未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、3.0％を超えて含

有させても前記作用は飽和してしまう。従ってMoの適正含有量は、0.1~3.0%である。

V: 1.0 超え ~ 5.0%

Vは、本発明にかかる圧延用ロールの成分として極めて重要な元素であり、MC型の高硬度バナジウム炭化物(VC)を形成して耐摩耗性を飛躍的に向上させるものである。さらに、高温軟化抵抗を改善する他、鑄造組織を微細化し靱性を改善する作用もある。しかし、1.0%以下では、前記作用に所望の効果が得られず、一方、5.0%を超えて含有されると白鉄化傾向が強くなり、黒鉛の晶出が困難になるため黒鉛による耐焼付性改善効果が期待できなくなる他、機械的性質、特に靱性が劣化する。従ってVは、1.0超え~5.0%とする。

上記の各成分の外、更に下記の2成分の1種または2種を含有させることができる。

Cu: 2.0%以下

Cuは、耐摩耗性、耐焼付性等に悪影響を与えることなく黒鉛の晶出を促進する作用を有するため、黒鉛晶出を促すために、積極的に添加されること

11

剤を添加することを妨げない。溶湯に接種剤を添加する場合、最終成分が目標範囲内に収まるよう、接種剤の添加によって成分組成が変化する分を予め補正した溶湯を使用することが必要である。

鑄造されたロールは、鑄造時の残留応力を除去するためとミクロ組織安定化のために、焼なまし処理を受けた後、切削研磨されて所定の寸法に仕上げられる。

本発明の圧延用ロールは、ホットストリップミルの仕上前後段ワークロールに使用される他、ホットスキンパス用ワークロール、条鋼圧延用ロール、製管用ロールにも好適であり、さらにコールドストリップミル用仕上ワークロール、線材仕上用ロール等の冷間圧延用ロールとしての適用も勿論可能である。

次に、従来例および比較例と対比しながら実施例により本発明を更に具体的に説明する。

(実施例)

製品鋼径750mm、鋼長1800mm、全長3800mmの遠心鑄造複合ロールを製造するべく、第1表に示す

13

が好ましい。しかし、2.0%を超えて含有させると逆に黒鉛の晶出を阻害する傾向がでてくる。

Ti: 0.5%以下

Tiは、Cuと同じく黒鉛化を促進する作用を有しており黒鉛組織の改善のために鑄造組織を微細化するのに有効であり、また、強靱化にも役立つから含有されることが好ましい。しかし、0.5%を超えて含有させると前記作用は、飽和するだけでなく材質が脆くなり機械的性質の劣化を来す。

本発明に係る圧延用ロール材、少なくともその外層は、以上に説明した化学成分の外、残部は実質的にFeで構成されるものである。

本発明のロールを製造するには、上記成分組成を目標に調整された溶湯を常法にしたがって鑄型に注入し凝固させる。すなわち、ロール全体が同一材質のものの場合には普通鑄造法等が採用され、複合ロールの場合には中抜き鑄造法、スライディングゲート法、遠心鑄造法等が採用される。

黒鉛を晶出させる場合には、黒鉛量を管理するために、溶湯にCa-Si合金、Fe-Si合金等の接種

12

18種の成分組成の外層材溶湯を、遠心力鑄造機上で回転する鑄型に1420℃前後の温度で肉厚90mmに鑄込んだ。必要に応じ接種剤としてFe-Si合金を使用した。そして外層材溶湯が完全に凝固した後、外層材を内装したまま前記鑄型を垂直に立て、上部から軸芯材溶湯を鑄込み上端を押湯、保温材でカバーした。軸芯材溶湯が完全に冷却した後、ロールを鑄型から取り出し、第1図に示すような外層材1と軸芯材2とから成る複合ロールを得た。

得られた複合ロールには、歪取り熱処理(350℃×10hr)および組織調整熱処理(420℃×20hr)を施した。

第 1 表

	No.	化 学 成 分 (重量%)											黒鉛量 (面積率%)
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Ti	
従 来 例	1	2.28	0.57	0.61	0.032	0.010	5.06	7.53	3.99	* Al : 0.02			0
	2	3.01	1.77	0.71	0.027	0.017	6.80	8.13	4.00	* Al : 0.55			1.9
	3	3.22	2.38	0.66	0.041	0.022	5.91	5.15	3.99	* Al : 0.87			4.0
比 較 例	4	2.51	2.03	0.75	0.027	0.017	3.57	2.88	1.02	—	—	—	0
	5	2.74	2.54	0.55	0.043	0.020	3.60	1.20	1.10	—	0.11	0.05	0.98
本 発 明 例	6	2.83	2.01	0.56	0.028	0.010	3.71	2.10	1.04	1.02	—	—	0
	7	2.75	2.08	0.64	0.021	0.022	3.87	1.99	1.07	1.99	—	—	0
	8	2.80	2.17	0.66	0.038	0.021	3.98	2.00	1.11	3.00	—	—	0
	9	2.68	2.42	0.62	0.032	0.011	3.77	1.88	1.09	3.97	—	—	0
	10	2.81	2.53	0.53	0.025	0.019	4.02	1.97	0.98	4.95	—	—	0
	11	2.88	2.71	0.64	0.036	0.014	4.82	1.12	1.13	1.03	—	0.05	0.98
	12	2.82	2.96	0.55	0.041	0.015	5.13	1.23	1.11	1.96	0.55	—	1.01
	13	3.09	3.01	0.59	0.031	0.017	5.74	1.17	1.04	1.97	1.06	0.18	1.99
	14	3.21	3.24	0.60	0.028	0.024	6.81	1.20	1.01	2.00	1.47	0.21	3.00
	15	3.34	3.27	0.52	0.027	0.018	7.82	1.21	1.13	2.03	2.00	0.32	3.95
	16	3.30	3.16	0.54	0.034	0.025	7.00	1.15	1.02	3.04	1.08	0.25	0.99
	17	3.41	3.10	0.63	0.035	0.015	7.63	1.10	0.97	3.92	1.53	0.27	0.97
	18	3.46	3.31	0.61	0.040	0.019	7.81	1.14	0.99	4.95	1.82	0.28	0.96

注、 ① 上記成分の外、残部はFeである。  
 ② —は、添加していないことを示す。  
 ③ \*は、V、Ti、Cuを含まず、Alを含有するものである。

15

こうして製造された複合ロールの胴端部外層材から摩耗試験片および焼付試験片（ともに100 mm  $\phi$  × 30 mm）を採取し、摩耗試験片に対しては、第2図に概略的に示す要領で摩耗試験（応力25 kgf/mm<sup>2</sup>，回転数100 r.p.m.，試験時間100 min，被加工材加熱片温度800℃）を行い、試験後の摩耗体積を測定した。第2図（イ）は試験装置の側面図、第2図（ロ）は平面図である。高周波コイル3で加熱された被加工材加熱片4を一定速度で回転し、これに一定押圧力（P）でロール材試験片5を押し付ける。

一方、焼付試験片に対しては第3図に概略的に示す摩擦試験（応力10 kgf/mm<sup>2</sup>，回転数10 r.p.m.，試験時間10 min，被加工材加熱片温度800℃）により、両金属間の凝着程度を表す摩擦係数を調査した。第3図（イ）は側面図、第3図（ロ）は平面図である。第2図と同一部材は同一符号で示す。なお、相手となる被加工材加熱片4としてはいずれの試験においてもステンレス鋼（SUS 304）を使用した。

試験結果を第4図および第5図にグラフで示す。

第4図は、第2図の方法での試験結果で、耐摩耗性に及ぼすV含有量の影響を示したものである。これは、第1表に示す従来例（M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>型を含有するNo. 1, 2, 3），比較例（本発明のロール材に類似するがVを含有しない材料、No. 4, 5）および本発明例（No. 6～18）について調査したものである。図中の数字は、第1表中のNo.にそれぞれ対応している。

この結果により、黒鉛含有の如何にかかわらず1.0%を超えるVを含有する本発明のロール材は、その耐摩耗性が極めて優れていることが明らかである。

第5図は、第3図の方法による試験結果で、摩擦係数と組織中の黒鉛量との関係を示したものである。この図において摩擦係数が小さな値をとるほど耐焼付性が優れていることを表している。なお、この関係は、第1表中の従来例（No. 1～3）と本発明例（V含有量をおよそ2%にそろえたNo. 7, 12, 13, 14, 15）について調査したものであ

る。図中の数字は、第1表中の各組にそれぞれ対応している。

この結果により、 $M_7C_3$ 型炭化物を含有する従来のロール材よりも、 $MC$ 型炭化物を含有する本発明のロール材の方が黒鉛量の多少にかかわらず耐焼付性に優れていることが立証された。

また、黒鉛を含有しないものより、含有するものの、しかもより多く含有するものが耐焼付性に優れていることが第5図から看取される。

第6図は、 $Cr_7C_3$ と $VC$ の摩擦係数、即ち、耐焼付性を示したものである。これは、 $Cr_7C_3$ 粉末と $VC$ 粉末とをそれぞれ焼結することにより前記同様の焼付試験片を作製し、第3図に示した方法で摩擦試験を行ったものである。この結果から $VC$ が $Cr_7C_3$ よりも本質的に焼付にくいことが確かめられた。

本発明の圧延用ロールの熱間圧延実機でのテストの結果、従来のロールにみられたささくれ状の肌荒れも発生しないことが確認された。

(発明の効果)

以上に説明したように、本発明は優れた耐摩耗

性と耐焼付性と耐肌荒れ性とを兼ね備えた圧延用ロールを提供するものである。このロールは金属圧延用として広く使用でき、特に、最近の苛酷な鋼材の熱間圧延に使用して優れた耐久性を発揮する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、圧延用複合ロールの構造例を示す断面図、

第2図(イ)、(ロ)および第3図(イ)、(ロ)は、ロール材の耐摩耗性および耐焼付性の試験要領を説明する図、

第4図は、ロールの成分の中、特に $V$ の含有量と耐摩耗性との関係を示したグラフ、

第5図は、ロール外層材における晶出黒鉛含有割合(断面組織の面積率)と耐焼付性との関係を示したグラフ、

第6図は、 $M_7C_3$ 型炭化物と $MC$ 型炭化物の耐焼付性の試験結果を示したグラフである。

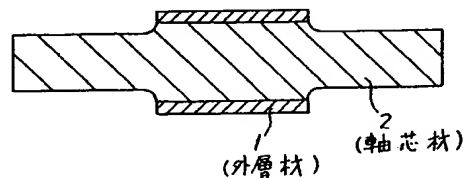
出願人 住友金属工業株式会社

代理人 弁理士 穂上照忠 (ほか1名)

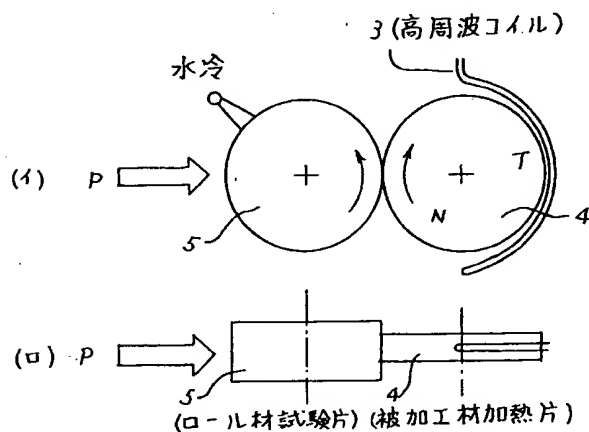
18

19

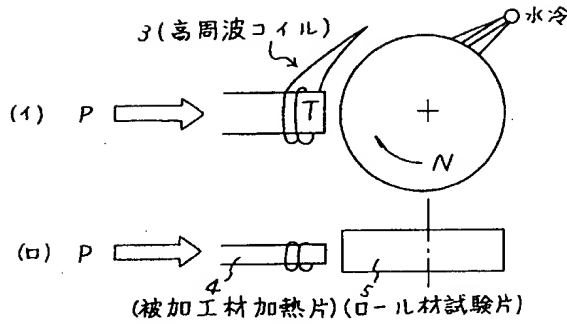
第1図



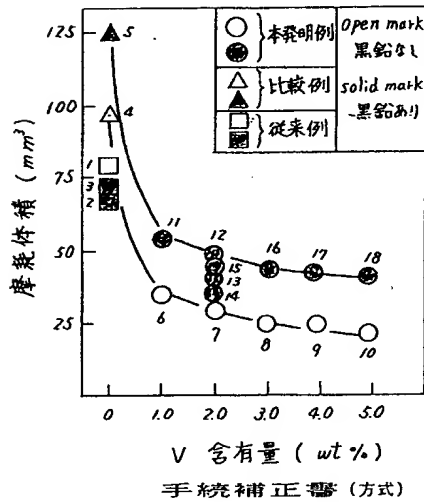
第2図



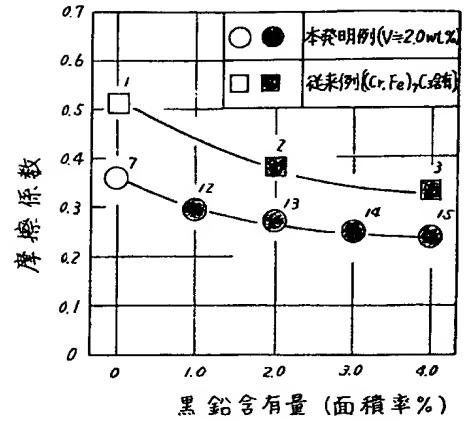
第 3 図



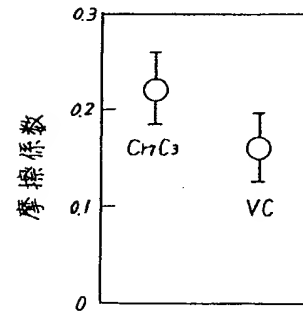
第 4 図



第 5 図



第 6 図



7. 補正の内容

第 4 図および第 5 図を別紙のとおり鮮明に描いたものと差し替える。

以 上

昭和 63 年 9 月 2 日

特許庁長官 吉田 文毅 殿

1. 事件の表示

昭和 63 年特許願第 117403 号

2. 発明の名称 圧延用ロール

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 大阪市東区北浜 5 丁目 15 番地

名称 (211) 住友金属工業株式会社

4. 代理人

住所 〒660 尼崎市東難波町 5 丁目 17 番 23 号  
住友生命尼崎ビル 電話 (06) 482-5611

氏名 (8135) 弁理士 穂 上 照 忠

5. 補正命令の日付 昭和 63 年 8 月 3 日  
(昭和 63 年 8 月 30 日発送)

6. 補正の対象

願書に添付した図面

万 式  
審 査

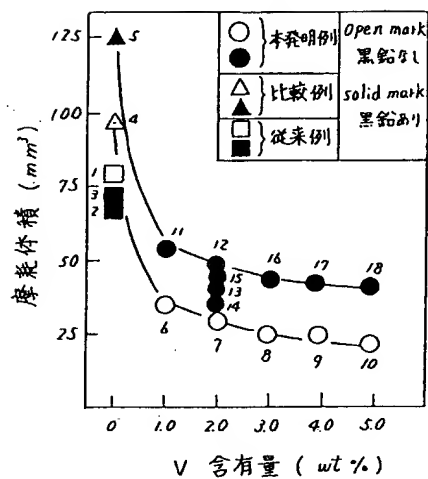
横 山





(別紙)

第 4 図



第 5 図

